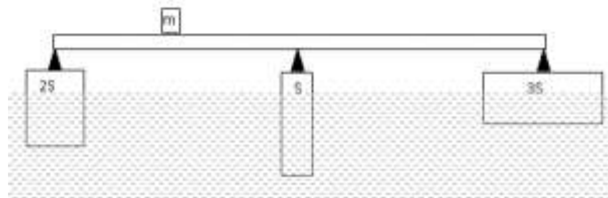
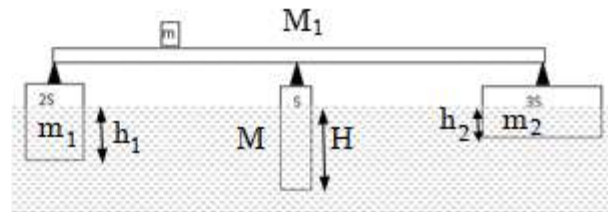
Ֆիզիկա հանրապետական փուլ – լուծումներ
12-րդ դասարան

1. Լճի վրա կառուցվել է պոնտոնային կամուրջ՝ տախտակի տեսքով, երեք լողացող հենարանների վրա (տե՛ս նկարը): Հենարանները միմյանցից հավասարահեռ են: Հենարանների հատույթների մակերեսները համապատասխանաբար 2S, S և 3S են, որտեղ S = 1.0 մ[2] է: Առանց արտաքին բեռի կամուրջը հորիզոնական է: Որքա՞ն է 3S մակերեսով հենակն «ընկղմվում» ջրի մեջ, եթե 2S և S մակերեսներով հենարանների մեջտեղում դրվում է m = 116 կգ զանգվածով մարմին:



Լուծում: Նշանակումները նշված են նկարում: Երբ լրացուցիչ բեռ չկա, համակարգի հավասարակշռության պայմաններն են.



$\{m_1g - \rho gh_1 \cdot 2S\}L = \{m_2g - \rho gh_2 \cdot 3S\}L,$
$m_1g - \rho gh_1 \cdot 2S + m_2g - \rho gh_2 \cdot 3S - \rho gH \cdot S + Mg + M_1g = 0$:

Եթե լրացուցիչ բեռը դնելուց հետո կենտրոնական գլանը իջնում է x_1-ով, իսկ այդ նոր հորիզոնական դիրքից աջ գլանը բարձրանում է x_2-ով, ապա կենտրոնական կետի նկատմամբ մոմենտների հավասարումից ունենք $\{m_1g - \rho g(h_1 + x_1 + x_2) \cdot 2S\}L + mgL/2 = \{m_2g - \rho g(h_2 + x_1 - x_2) \cdot 3S\}L$, իսկ ուժերի գումարի զրո լինելու պայմանն է
$m_1g - \rho g(h_1 + x_1 + x_2) \cdot 2S + mg + m_2g - \rho g(h_2 + x_1 - x_2) \cdot 3S - \rho g(H + x_1) \cdot S + Mg + M_1g = 0$:
Առաջին պայմանից, հաշվի առնելով մինչև բեռը դնելու պայմանը, ստանում ենք
$-\rho g(x_1 + x_2) \cdot 2S + mg/2 = -\rho g(x_1 - x_2) \cdot 3S \rightarrow x_1 + \alpha/2 = 5x_2,$
որտեղ $\alpha = \frac{m}{\rho S}$:
Երկրորդ հավասարումից ստանում ենք

$$-\rho g(x_1 + x_2) \cdot 2S + mg - \rho g(x_1 - x_2) \cdot 3S - \rho g x_1 \cdot S = 0 \rightarrow -6x_1 + x_2 + \alpha = 0.$$

Լուծելով համակարգը ստանում ենք $x_2 = \frac{4\alpha}{29}, x_1 = \frac{11\alpha}{58}$: Այժմ կարող ենք գտնել աջ պոնտոնի լրացուցիչ ընկղումը՝

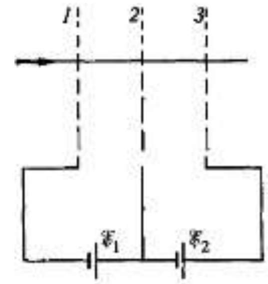
$$x_1 - x_2 = \frac{3\alpha}{58} = 6\text{մմ}:$$

2. Անկշիռ, բարակ մխոցը ազատ շարժվում է երկու ծայրը փակ 1 լիտրանոց անոթում: Մխոցի տակ գտնվող տարածք ներմուծվում են m_1 = 0,1 գ ջուր, մխոցից վերևի տարածություն՝ ազոտի m_2= 0,5գ զանգված: Ի՞նչ հարաբերությամբ կբաժանի մխոցն անոթի ծավալը, եթե համակարգը տաքացնեն մինչև 100[0]C:

Լուծում: Դիցուք գոլորշին մխոցի տակ հագեցած է: Այդ դեպքում դրա ճնշումը 100[0]C-ում $p = 10^5$Պա է: Ազոտի ճնշումը նույնպես $p = 10^5$Պա է և դարա զբաղեցրած ծավալը կլինի
$V_{N_2} = \frac{\nu RT}{p} = \frac{0.5}{28} \cdot 8.3 \cdot 373/10^5 = 5.5 \cdot 10^{-4}\text{մ}^3 = 0.55\text{լ}$:
Ուրեմն ջուրը զբաղեցնում է $V_{\text{ջ}} = 0.55$լ: Եթե ջրի ճնշումը $p = 10^5$Պա է, դրա զանգվածը պետք է լինի նվազագույնը $m = M_{\text{ջ}} \cdot \frac{pV_{\text{ջ}}}{RT} = 18 \cdot \frac{10^5 \cdot 4.5 \cdot 10^{-4}}{8.3 \cdot 373} = 2.6 \cdot 10^{-3} = 2.6$գ:
Քանի որ համաձայն խնդրի պայմանի մխոցի տակ կա միայն 0,1գ ջուր, ենթադրությունը որ գոլորշաին հագեցած է սխալ է և ջուրը լրիվ գոլորշիանում է: Ունենք որ ազոտի և գոլորշու ճնշումները ու ջերմաստիճանները հավասար են, դրանց զբաղեցրած ծավալները համեմատական են նյութերի քանակին.

$$\frac{V_{N_2}}{V_{\text{ջ}}} = \frac{m_2/M_2}{m_1/M_1} = \frac{0.5 \cdot 18}{0.1 \cdot 28} = 3.2:1$$

3. $q/m = 0,96 \cdot 10^8$ Կլ/ կգ տեսակարար լիցքով պրոտոնը թռչում է երեք հարթ մետաղական ցանցերի համակարգի վրա, որոնց միջև երկու $\mathcal{E}_1 = 500$Վ և $\mathcal{E}_2 = 200$Վ ԷԼՇուներով աղբյուրների օգնությամբ պահպանվում են հաստատուն պոտենցիալների տարբերություններ (տես նկ.)։ Երկրորդ ցանցի աջ կողմում գտնվող $d/4$-րդ հեռավորության վրա գտնվող կետում պրոտոնի արագությունը հավասարվում է զրոյի։ Ինչքա՞ն էր պրոտոնի արագությունը ցանցերից մեծ հեռավորության վրա։ Ցանցերի միջև հեռավորությունները հավասար են d-ի և շատ փոքր են ցանցերի լայնակի չափերից։

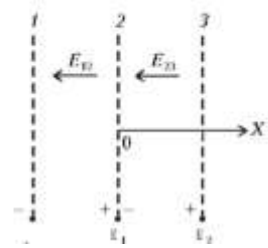


Լուծում: Ցանցերից մեծ հեռավորության վրա գտնվող պրոտոնի v արագությունը կարելի է գտնել էներգիայի պահպանման օրենքի միջոցով.

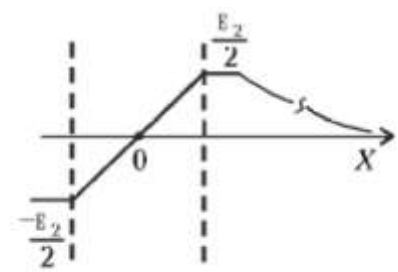
$$\frac{mv^2}{2} = q\varphi\left(\frac{d}{4}\right)$$

որտեղ $\varphi\left(\frac{d}{4}\right)$ ցանցերի էլեկտրական դաշտի պոտենցիալի արժեքն է (անսահմանության նկատմամբ) այն կետում, որտեղ պրոտոնը կանգ է առնում։

Գտնենք $\varphi(x)$ պոտենցիալի բաշխումը x առանցքի երկայնքով 2 և 3 ցանցերի միջև և որպես սկզբնակետ վերցնենք երկրորդ ցանցի դիրքը (տես Նկար)։ $\varphi(x)$ պոտենցիալը $\varphi_{12}\ (x)$ և $\varphi_{23}(x)$պոտենցիալների գումարն է, որտեղ $\varphi_{12}\ (x)$ ստեղծվում է միայն 1 և 2 ցանցերի լիցքերով, որոնց միջև պոտենցիալների տարբերությունը E_1 a $\varphi_{23}(x)$ պահպանվում է միայն 2-րդ և 3-րդ ցանցերի լիցքերով, որոնց միջև պահպանվում է պոտենցիալների տարբերությունը E_2 է։



Դիտարկենք կոնդենսատոր, որը կազմված է է 2 և 3 ցանցերով։ Նկարը ցույց է տալիս այս կոնդենսատորի ներսում պոտենցիալ բաշխման գրաֆիկը։ Համաչափության նկատարումներից պարզ է դառնում, որ պոտենցիալը կոնդենսատորի կենտրոնը հավասար է անսահմանության պոտենցիալին, այսինքն. զրո. (Նշենք, որ համակարգի համաչափության հարթության բոլոր կետերի պոտենցիալը հավասար են զրոյի)։ Այսպիսով, կոնդենսատորի ներսում պոտենցիալը փոխվում է բացասական $-E_2$ արժեքից մինչև դրական $+E_2$ արժեքը գծային օրենքի վրա։ Նմանատիպ հիմնավորում կարող է իրականացվել 1-ին և 2-րդ ցանցերով ձևավորված կոնդենսատորի համար։ Քանի որ պրոտոնի կանգառի համարվող կետը գտնվում է աջ կոնդենսատորի ներսում (բացասական թիթեղից $\frac{d}{4}$ հեռավորության վրա), ձախ կոնդենսատորից դուրս $0 \leq \mathrm{x} \leq \frac{d}{4}$-ի համար ստանում ենք.



$$\varphi_{12(x)} = \frac{1}{2}E_1 \text{ և } \varphi_{23(x)} = E_2\left(\frac{x}{d} - \frac{1}{2}\right)\text{։}$$

Ամփոփելուց հետո գտնում ենք

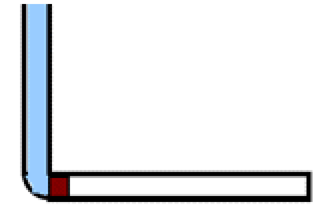
$$\varphi(x) = \frac{1}{2}(E_1 - E_2) + E_2\frac{x}{d},$$

$$\varphi\left(\frac{d}{4}\right) = \frac{1}{4}(2E_1 - E_2)\text{։}$$

Այսպիսով, ցանցերից հեռու պրոտոնի արագությունը հավասար կլինի

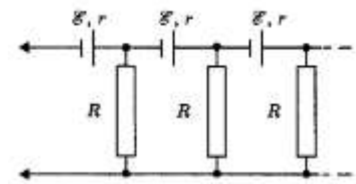
$$v = \sqrt{2\frac{q}{m}\varphi\left(\frac{d}{4}\right)} = \sqrt{\frac{q}{m}\left(E_1 - \frac{E_2}{2}\right)} = 1,96 \cdot 10^5\,\frac{\text{մ}}{\text{վ}}$$

4.Ուղիղ անկյունով թեքված հաստատուն հատույթով խողովակի ուղղաձիգ ծունկը լցված է հեղուկով, որը կարելի է համարել իդեալական: Այս ծնկի բարձրությունը հավասար է L- ի (որը զգալիորեն մեծ է խողովակի լայնական չափերից), իսկ հորիզոնական ծնկի մեջ դրա անցումը փակում է թեթև խցանը: Ինչ-որ պահի խցանը բաց են թողնում: Դրանից հետո ինչքա՞ն ժամանակ հետո խցանը դուրս կգա խողովակից: Հորիզոնական ծնկի երկարությունը 3L / 2 է:



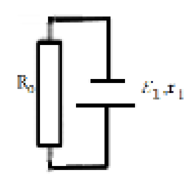
Լուծում: Երբ մխոցը տեղաշարժվում է x-ով ապա հեղուկի ρLS զանգվածի և խցանը վրա ազդում է $\rho g(L-x)S$ ուժ: Շարժման հավասարումը կլինի $(\rho LS+m)x''=\rho g(L-x)S$, որտեղ m-ը խցանի զանգվան է : Նշանակենք $\mathrm{L}-x=y\rightarrow y''=-x''$ ու y-ի համար ստանումենք հավասարում կլինի $(\rho LS+m)y''=-\rho gSy$, որի լուծումն է $y=L-x=Lcos(\omega t)$, որը բավարարում է սկզբնական պայմաններին՝ երբ $t=0$վ $x=0$մ: Այստեղ $\omega=\sqrt{\frac{\rho gS}{\rho \mathrm{L}S+m}}$

պարբերությունը $T=2\pi\sqrt{\frac{\rho LS+m}{\rho gS}}$: Եթե խցանը տեղաշարժվում է L-ով, անցնում է $t_1=\frac{T}{4}=\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{\rho LS+m}{\rho gS}}$ ժամանակ և հեղուկը շարժվում է ωL արագությամբ: Հետևաբար մնացած $L/2$ ճանապարհը կանցնի $t_2=\frac{L/2}{\omega L}=\frac{1}{2}\sqrt{\frac{\rho LS+m}{\rho gS}}$ ժամանակում: Այսպիսով խցանը դուրս կգա խողովակից $t=t_1+t_2=\frac{\pi+1}{2}\sqrt{\frac{\rho LS+m}{\rho gS}}$



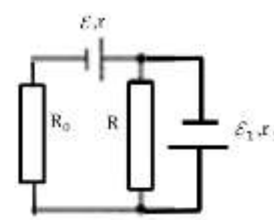
5. Նույն r ներքին դիմադրությամբ $\mathcal{E}$ ԷԼՇուները միացված միևնույն R դիմադրիչներով նկարում ցուցադրված անվերջ շղթա: Որոշեք այն մարտկոցի ԷԼՇուն և դրա ներքին դիմադրությունը, որով կարելի է փոխորինել այդ շղթան:

Լուծում: Դիցուք շղթան փոխարիմում ենք $\mathcal{E}_1$-ով, որի ներքին դիմադրությունը r_1 է: Այդ դեպքում, եթե դրան միացնենք արտաքին R_0 դիմադրություն, հոսանքի ուժը այդ դիմադրությունում կլինի



$$I=\frac{\mathcal{E}_1}{R_0+r_1}:$$

Նույն հոսանքի ուժը պետք է ստացվի շղթայում, որում առաջին տեղամասից հետո բոլոր մարտկոցները նորից փոխարինվել են $\mathcal{E}_1$, r_1-ով: Եթե նշանակենք R_0 դիմադրությամբ հոսանքի ուժը I և $\mathcal{E}_1$-ով հոսանքի ուժը I_1, ապա ունենք՝



$$I(R_0+r)+R(I-I_1)=\mathcal{E},\quad I(R_0+r)+r_1I_1=\mathcal{E}+\mathcal{E}_1:$$

Այս հավասարումներից դուրս հանելով I_1-ը ստանում ենք

$$I=\frac{\mathcal{E}r_1+(\mathcal{E}_1+\mathcal{E})R}{(R_0+r)(R+r_1)+Rr_1}=\frac{[\mathcal{E}r_1+(\mathcal{E}_1+\mathcal{E})R]/(R+r_1)}{R_0+r+Rr_1/(R+r_1)}:$$

Համեմատելով ստացված հավասարումը նախորդ արտահայտության հետ ստանում ենք $r+\frac{Rr_1}{R+r_1}=r_1$, $[\mathcal{E}r_1+(\mathcal{E}_1+\mathcal{E})R]/(R+r_1)=\mathcal{E}_1$:

Առաջին հավասարումից ունենք՝ $r_1=\frac{r+\sqrt{r^2+4Rr}}{2}$, երկրորդից ՝ $\mathcal{E}_1=\mathcal{E}\left(1+\frac{R}{r_1}\right)$